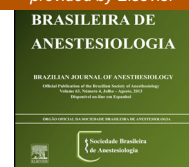




REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Comparação do C-MAC convencional e C-MAC D-blade com laringoscópios diretos em simulação de lesão da coluna cervical—estudo em modelo

Divya Jain*, Mandeep Dhankar, Jyotsna Wig e Amit Jain

Departamento de Anestesiologia e Tratamento Intensivo, Instituto de Pós-Graduação de Ensino e Pesquisa em Medicina, Chandigarh, Índia

Recebido em 17 de fevereiro de 2013; aceito em 10 de junho de 2013

Disponível na Internet em 3 de junho de 2014

PALAVRAS-CHAVE

Videolaringoscópio
C-MAC;
C-MAC D-blade;
Simulação de lesão
da coluna cervical;
Estudo em modelo

Resumo

Justificativa e objetivo: o videolaringoscópio C-MAC foi recentemente introduzido para orientar a intubação. O objetivo deste estudo foi comparar e avaliar a eficácia do laringoscópio C-MAC de lâmina convencional e C-MAC de lâmina angulada (D-blade) com laringoscópios diretos em simulação de pacientes com lesão de coluna cervical usando modelo de vias aéreas.

Materiais e métodos: após a análise do poder do estudo, 33 médicos residentes foram inscritos para realizar intubações endotraqueais, usando todos os quatro laringoscópios diferentes: laringoscópio Macintosh, laringoscópio McCoy, videolaringoscópios C-MAC convencional e C-MAC D-blade em modelos de vias aéreas com simulação de lesão da coluna cervical. As variáveis demográficas dos médicos residentes foram registradas. Os resultados avaliados incluíram visualização das pregas vocais (classificação de Cormack-Lehane), tempo necessário para intubar, número de tentativas para intubação bem-sucedida e manobras de otimização necessárias.

Resultados: o uso de laringoscópios indiretos resultou em melhor visualização da glote em comparação com os laringoscópios diretos (CL-I) em 20/33 (60,6%) no grupo Macintosh, 24/33 (72,7%) no grupo McCoy, 30/33 (90,9%) no grupo Vlc e 32/33 (96,9%) no grupo Vld. A média do tempo necessário para entubar foi de $15,54 \pm 2,6$ no grupo Macintosh, $18,90 \pm 4,47$ no grupo McCoy, $20,21 \pm 7,9$ no grupo Vlc e $27,42 \pm 9,09$ no grupo Vld. A taxa para a primeira tentativa de intubação bem-sucedida foi de 84,8% (Macintosh), 72,7% (McCoy), 90,9% (Vlc) e 78,7% (Vld). **Conclusão:** o desempenho geral da lâmina do C-MAC convencional mostrou ser melhor quando comparado com o das lâminas do C-MAC D-blade, Macintosh e McCoy para intubação em modelo de simulação de lesão da coluna cervical realizada por médicos residentes de anestesia.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

* Autor para correspondência.

E-mail: jaindivya77@rediffmail.com (D. Jain).

KEYWORDS

CMAC
videolaryngoscope;
D-blade CMAC;
Simulated cervical
spine;
Manikin study

Comparison of the conventional CMAC and the D-blade CMAC with the direct laryngoscopes in simulated cervical spine injury—a manikin study

Abstract

Background: CMAC videolaryngoscope has recently been introduced for videoscope guided intubation. The aim of our study was to compare and evaluate the efficacy of the conventional blade and the angulated D blade of the CMAC videolaryngoscope with the direct laryngoscopes in simulated cervical spine injury patients on the airway manikin.

Materials and methods: Following power analysis, 33 resident doctors were enrolled to perform endotracheal intubation using all the 4 different laryngoscopes namely the Macintosh laryngoscope, McCoy laryngoscope, conventional CMAC videolaryngoscope and the D blade of the CMAC videolaryngoscopes on the airway manikin in simulated cervical spine injury. The demographic variables of the resident doctors were recorded. The outcomes measured included vocal cord visualization (Cormack–Lehane grading), time taken to intubate, number of attempts for successful intubation and optimizing maneuvers required.

Results: The use of indirect videolaryngoscopes resulted in better glottic visualization in comparison to the direct laryngoscopes (CL-I) in 20/33 (60.6%) in the Macintosh group, 24/33 (72.7%) in McCoy group, 30/33 in (90.9%) in Vlc group and 32/33 (96.9%) in Vld group. The time taken to intubate averaged to 15.54 ± 2.6 in Macintosh group, 18.90 ± 4.47 in McCoy group, 20.21 ± 7.9 in Vlc group and 27.42 ± 9.09 in Vld group. The 1st attempt intubation success rate was 84.8% (Macintosh), 72.7% (McCoy), 90.9% (Vlc) and, 78.7% (Vld).

Conclusions: The overall performance of the conventional CMAC blade proved to be the best when compared with the D-blade CMAC, Macintosh blade and the McCoy blade for intubation in simulated cervical spine patients by anesthesia residents.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](#)

Introdução

A capacidade de realizar uma intubação traqueal e garantir as vias aéreas é uma das habilidades para salvar vidas que deve ser adquirida por todos os estudantes de medicina em treinamento. A falha nesse procedimento pode resultar em hipóxia, trauma das vias aéreas, intubação esofágica e até parada cardiorrespiratória.¹ Uma intubação bem-sucedida requer o alinhamento adequado do eixo orofaringe-larínge.² Contudo, esse alinhamento não é possível em pacientes com lesão da coluna cervical, resultando em aumento do risco de intubação malsucedida.^{3–6} Devido à morbidade e mortalidade associadas ao insucesso da intubação,^{7,8} os anestesiológicos estão constantemente buscando novos meios de reduzir a incidência de intubações malsucedidas.

Até o momento, a lâmina curva Macintosh é normalmente usada pelos anestesistas para o manejo das vias de tais pacientes.⁹ Ao longo dos anos, muitos tipos diferentes de laringoscópios foram introduzidos para reduzir a incidência dessas complicações. O laringoscópio McCoy com ponta articulada tem demonstrado proporcionar uma melhor visualização da glote em comparação com a lâmina Macintosh.^{10–12}

Nos últimos anos, observamos um aumento do uso de videolaringoscópios para o manejo dos pacientes com intubação difícil.^{13,14}

O videolaringoscópio C-MAC (Karl Storz, Tuttlingen, Alemanha) foi recentemente introduzido para intubação guiada por vídeo. Esse videolaringoscópio portátil vem com a lâmina Macintosh original feita de aço, juntamente com

a câmera digital CMOS e LED de alta potência. Devido à presença da lâmina Macintosh normal, C-MAC (Vlc) proporciona a visualização tanto direta quanto indireta da glote.^{15,16} O videolaringoscópio C-MAC D-blade (Vld) é uma adição mais recente ao sistema C-MAC. Em comparação com a lâmina convencional do C-MAC, a lâmina D-blade tem uma angulação embutida.¹⁷ Devido à curvatura muito pronunciada, ela fornece uma melhor visualização das estruturas laríngeas.

Até o momento, nenhum estudo comparou as duas lâminas do videolaringoscópio C-MAC com as dos laringoscópios Macintosh e McCoy.

O objetivo de nosso estudo foi comparar e avaliar a eficácia da lâmina convencional e da lâmina angulada (D-blade) do videolaringoscópio C-MAC com laringoscópios diretos em simulação de pacientes com lesão da coluna cervical em modelo de vias aéreas.

Materiais e métodos

Este estudo foi conduzido durante um período de três meses, de janeiro de 2012 a março de 2012.

Como este estudo não envolveu seres humanos, a aprovação do Comitê de Ética da instituição não foi necessária.

A participação dos médicos residentes foi voluntária. Quarenta médicos residentes, com no mínimo seis meses de experiência em anestesia, foram incluídos no estudo.

Antes de iniciar o estudo, um investigador experiente deu instruções passo a passo sobre o uso dos laringoscópios

C-MAC a cada participante. A experiência do investigador era de mais de 50 intubações com todos os dispositivos usados no protocolo do estudo. O treinamento foi seguido de uma breve sessão prática sobre uso das duas lâminas diferentes do videolaringoscópio C-MAC no modelo de vias aéreas em seu estado normal. Apenas os 33 residentes que obtiveram sucesso na intubação com as quatro lâminas em duas tentativas consecutivas foram incluídos no estudo.

O modelo de vias aéreas (Ambu® Airway Management Trainer) com colar cervical *in situ* foi usado no estudo para simular uma lesão da coluna cervical. Lâminas tamanho 3 para videolaringoscópio Macintosh, McCoy e C-MAC foram usadas no estudo. Um tubo endotraqueal com balão (7 mm) montado em um estilete angulado bem lubrificado foi preparado para a intubação.

A intubação foi realizada por todos os médicos residentes, usando todos os quatro laringoscópios diferentes; ou seja, o laringoscópio Macintosh, laringoscópio McCoy, videolaringoscópios C-MAC convencional e C-MAC D-blade.

A sequência dos dispositivos usados para a intubação foi randomizada usando a técnica de sorteio.

Os dados demográficos dos médicos residentes, incluindo idade, tempo de experiência e número de intubações com laringoscópio Macintosh foram registrados.

O desfecho primário foi o tempo necessário para realizar uma intubação traqueal bem-sucedida. Esse tempo foi definido como o tempo necessário desde a inserção da lâmina entre os dentes até a confirmação do tubo ao conectá-lo à bolsa de respiração e inflar os pulmões. Para padronizar o protocolo, usamos a mesma técnica tanto para a laringoscopia direta quanto indireta. O número necessário de manobras de otimização (uso de um tubo introdutor; pressão da laringe para trás, para cima, para a direita; segundo assistente) para auxiliar a intubação traqueal e a classificação (graus) de Cormack e Lehane para laringoscopia foram registrados. A tentativa malsucedida de intubação foi definida como incapacidade para intubar após três tentativas em 120 s.

Análise estatística

O programa Graphpad Prism 6 (Graphpad Software Inc. Avenida de la Playa La Jolla, CA 92037, EUA) foi usado para analisar os dados. Os dados de tempo para intubação bem-sucedida, número de tentativas, visualização de acordo com a classificação de Cormack Lehane e número de manobras de otimização foram analisados usando o teste de medidas repetidas ANOVA. As análises *post hoc* entre os grupos foram feitas com o teste de comparações Múltiplas de Tukey-Kramer. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Variáveis demográficas dos participantes (tabela 1)

No total, 33 residentes inscritos completaram o estudo. Todos os residentes haviam realizado mais de 100 intubações com o laringoscópio Macintosh. Os residentes estavam familiarizados com o uso do laringoscópio McCoy, especialmente em situações de via aérea difícil.

Tabela 1 Variáveis demográficas dos residentes

Número de residentes	Média de idade (anos)	Experiência clínica (anos)	Nº de intubações (Macintosh)
33	24 (3)	1,8 (1)	120 (100–300)

Dados expressos como o número, média (DP) ou mediana (variação).

Porém, nenhum deles tinha experiência com o videolaringoscópio C-MAC.

A média de idade, anos de experiência clínica e número de intubações realizadas com o laringoscópio Macintosh são apresentados na [tabela 1](#).

Tempo necessário para intubação (fig. 1, tabela 2)

O tempo necessário para a intubação usando qualquer uma das lâminas do C-MAC foi maior em comparação com a do laringoscópio Macintosh ($p < 0,05$ com Vlc e $p < 0,001$ com Vld). No entanto, o tempo necessário para a intubação usando a lâmina do laringoscópio McCoy foi comparável ao da lâmina Macintosh. O tempo necessário para a intubação usando C-MAC D-blade foi maior em comparação com a do laringoscópio McCoy. A lâmina convencional do C-MAC foi comparável à do laringoscópio McCoy em relação ao tempo necessário para a intubação ([fig. 1](#)).

Visualização laringoscópica (tabelas 2 e 3)

O sistema de classificação de Cormack Lehane foi usado para classificar a visualização laringoscópica obtida na primeira tentativa de intubação. Uma melhora estatisticamente significativa da visualização laringoscópica foi observada com o Vld e Vlc em comparação com os laringoscópios Macintosh e McCoy. O laringoscópio McCoy proporcionou uma pequena melhora na visualização laringoscópica em comparação com o laringoscópio Macintosh, mas a diferença não foi estatisticamente significativa ([tabelas 2 e 3](#)).

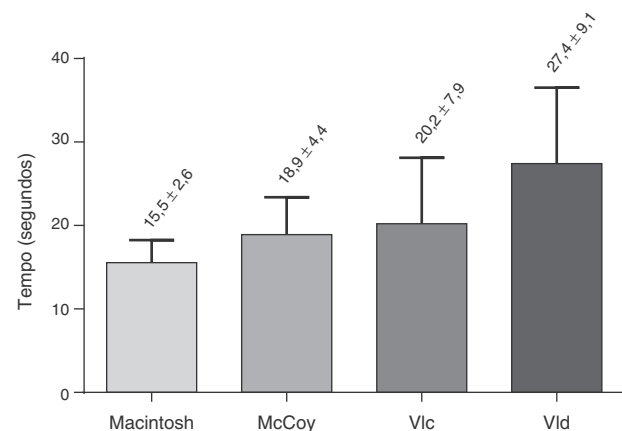


Figura 1 Tempo necessário para intubar usando as lâminas Macintosh, McCoy, Vlc e Vld.

Tabela 2 Resultados de intubação traqueal usando lâminas Macintosh, McCoy, C-MAC convencional e C-MAC D-blade em cenário de lesão da coluna cervical em modelo

	Macintosh	McCoy	Vlc	Vld	p
Tempo para intubação bem-sucedida (s)	15,55 ± 2,69	18,91 ± 4,47 ^a	20,21 ± 7,9 ^a	27,42 ± 9,1 ^{a,b}	p < ,0,0001
Visualização laringoscópica (Cormack-Lehane)	1,39 ± 0,49	1,27 ± 0,45	1,09 ± 0,29 ^{a,b}	1,03 ± 0,17 ^{a,b}	p = ,0,001

Dados expressos como média ± DP.

^a p < 0,05 quando comparado com laringoscópio Macintosh.

^b p < 0,05 quando comparado com laringoscópio McCoy.

Tabela 3 Resultados de tentativas de intubação traqueal e manobras de otimização usadas

Parâmetros avaliados	Macintosh	McCoy	Vlc	Vld
<i>Nº de tentativas de intubação</i>				
1	29 (87,9%)	24 (72,7%)	30 (90,9%)	26 (78,7%)
2	4 (12,1%)	9 (27,3%)	3 (9,1%)	7 (21,2%)
<i>Manobras de otimização</i>				
Não usadas	24 (72,7%)	28 (84,8%)	32 (96,9%)	30 (90,9%)
Usadas	9 (27,3%)	5 (15,2%)	1 (3%) ^a	3 (9,1%) ^a
<i>Visualização laringoscópica (classificação CL)</i>				
I	20/33 (60,6%)	24/33 (72,7%)	30/33 (90,9%) ^a	32/33 (96,9%) ^a
II	13/33 (39,3%)	9/33 (27,2%)	3/33 (9%) ^a	1/33 (3%) ^a

Dados expressos como número (porcentagem).

^a p < 0,05 em comparação com Macintosh.

Número de tentativas de intubação (tabela 3)

O percentual de primeira tentativa de intubação bem-sucedida foi maior com o laringoscópio Vlc e menor com o McCoy. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Número de manobras necessárias (tabela 3)

O número de manobras de otimização necessárias foi significativamente menor no Vlc e Vld em comparação com o laringoscópio Macintosh. O laringoscópio McCoy foi comparável ao Macintosh em relação ao número de manobras de otimização necessárias.

Discussão

A incapacidade de garantir com sucesso as vias aéreas é uma das complicações mais temidas em anestesia. Intubação da traquéia envolve dois componentes básicos: exposição da abertura da glote e ajuste do tubo endotraqueal através das pregas vocais.

A laringoscopia direta requer a flexão da cabeça e extensão do pescoço para o alinhamento do eixo orofaríngeo-laríngeo para obter a exposição da glote. A estabilização manual em linha com a coluna cervical do paciente impede os movimentos do pescoço, o que resulta em má exposição da glote.¹⁸⁻²⁰ Essa abordagem tem levado a um aumento da morbidade em pacientes com lesão da coluna cervical devido às

dificuldades encontradas no manejo das vias aéreas desses pacientes.^{21,22}

Vários dispositivos alternativos foram desenvolvidos para reduzir a incidência dessas complicações. O laringoscópio McCoy com uma ponta distal articulada requer menos força para o alinhamento do eixo e melhora a visualização laringoscópica.²³

Recentemente, a laringoscopia indireta vem adquirindo popularidade no manejo de pacientes com via aérea comprometida. Esses dispositivos incorporam uma tecnologia de fibra óptica ou vídeo para a visualização da traquéia, sem o alinhamento do eixo orofaríngeo-laríngeo.²⁴ O uso do videolaringoscópio C-MAC em modelos mostrou proporcionar uma melhor visualização da glote e tempo mais rápido de intubação.²⁵ Em estudos realizados com humanos, C-MAC mostrou sua superioridade sobre os videolaringoscópios angulados.²⁶

A avaliação inicial do videolaringoscópio C-MAC D-blade mostrou sua superioridade sobre o laringoscópio Macintosh.²⁷ Porém, há escassez de literatura sobre o uso do videolaringoscópio C-MAC D-blade em pacientes com lesão da coluna cervical.

Desenhemos o estudo para avaliar a eficácia do recentemente introduzido C-MAC D-blade com o C-MAC convencional e laringoscópios diretos.

No presente estudo, um tempo maior de intubação foi mostrado com o uso do videolaringoscópio C-MAC D-blade em comparação com os videolaringoscópios Macintosh, McCoy e C-MAC. O tempo menor de intubação dos laringoscópios diretos pode ser atribuído à familiaridade dos



Figura 2 Figura mostrando as lâminas convencional e angulada (D-blade) do videolaringoscópio C-MAC.

participantes com os laringoscópios Macintosh e McCoy. A diferença no tempo de intubação entre os videolaringoscópios C-MAC e C-MAC D-blade pode ser devido à diferença na forma os dois dispositivos. O C-MAC convencional incorpora o laringoscópio Macintosh normal, enquanto o videolaringoscópio C-MAC D-blade tem uma angulação acentuada embutido (fig. 2). Esse aumento da angulação de 18° do C-MAC (tamanho 3) para 40° no C-MAC D-blade requer o uso de um estilete curvo e resulta em mais manipulação e ajuste do tubo endotraqueal através das pregas vocais.

Os videolaringoscópios C-MAC e C-MAC D-blade proporcionaram melhor visualização da abertura da glote em comparação com os laringoscópios diretos. Essa descoberta é corroborada por estudos anteriores que compararam laringoscópios indirectos com laringoscópios diretos em modelos.²⁸

Gostaríamos de salientar que, em comparação com o C-MAC, o videolaringoscópio C-MAC D-blade proporcionou melhor visualização de acordo com a classificação de Cormack-Lehane para visualização em laparoscopia. Novamente, essa diferença pode ser explicada pelo aumento da angulação da D-blade.

Em nosso estudo, a nova D-blade, sem dúvida, proporcionou melhor visualização laringoscópica; porém, nossos residentes tiveram dificuldade para ajustar o tubo. Problema semelhante foi encontrado anteriormente com outros videolaringoscópios disponíveis com lâminas anguladas.²⁹

Estudos recentes comparando os laringoscópios C-MAC, GlideScope, Storz DCI com o Macintosh descobriram melhor visualização da glote com o C-MAC em comparação com os outros laringoscópios diretos e indirectos.²⁹

Estudos maiores, randômicos e controlados são necessários para avaliar se os laringoscópios com lâminas anguladas exigem mais habilidade e prática para realizar a intubação traqueal.

A principal limitação do nosso estudo foi a sua realização em modelo de estudo e não em seres humanos. Os resultados obtidos neste estudo não podem ser diretamente extrapolados para a população humana. A simulação da via aérea

difícil em um modelo pode reproduzir alguns aspectos da laringoscopia difícil e, até certo ponto, imitar as dificuldades encontradas em pacientes com lesão da coluna cervical. Outra limitação do estudo foi o não desconhecimento dos anestesistas dos dispositivos usados. Não registramos o tempo da melhor visualização laringoscópica e o tempo necessário para a intubação separadamente. Uma comparação do C-MAC D-blade com outros laringoscópios angulados é necessária, por meio de estudos maiores e randômicos, para provar que a angulação pode aumentar a dificuldade no ajuste do tubo endotraqueal através da abertura da glote.

Contudo, sentimos que tais estudos podem fornecer uma avaliação inicial do dispositivo e ser um trampolim para estudos futuros com humanos.

Conclusão

Os laringoscópios indirectos proporcionaram melhor visualização da glote e intubações bem-sucedidas na primeira tentativa em comparação com os laringoscópios directos. Houve um tempo maior para a entubação com o videolaringoscópio C-MAC D-blade em comparação com o C-MAC convencional e os laringoscópios directos. No entanto, como este foi um estudo em modelo, os resultados não podem ser semelhantes em situações reais com seres humanos e, portanto, estudos randômicos e maiores com humanos são necessários para corroborar os resultados de nosso estudo.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a Karl Storz Endoscopy India Pvt. Ltd., Nova Délhi, Índia por ceder o videolaringoscópio C-MAC durante o tempo de nosso estudo.

Referências

1. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg.* 2004;99:607-13.
2. Ezri T, Warters RD. Indications for tracheal intubation. In: Hagberg CA, editor. *Benumof's airway management: principles and practice.* 2nd ed. Philadelphia: Mosby; 2007. p. 371.
3. Criswell JC, Parr MJA, Nolan JP. Emergency airway management in patients with cervical spine injuries. *Anaesthesia.* 1994;49:900-3.
4. Rhee KJ, Green W, Holcroft JW, Mangili JA. Oral intubation in the multiply injured patient: the risk of exacerbating spinal cord damage. *Ann Emerg Med.* 1990;19:511-4.
5. Suderman VS, Crosby ET, Lui A. Elective oral tracheal intubation in cervical spine injured adults. *Can J Anaesth.* 1991;38:785-9.
6. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology.* 1990;72:828-33.
7. Cheney FW. The American Society of Anesthesiologists Closed Claims Project: what have we learned, how has it affected practice, and how will it affect practice in the future? *Anesthesiology.* 1999;91:552-6.

8. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005;103:33–9.
9. Macintosh RR. A new laryngoscope. *Lancet*. 1943;1:205.
10. McCoy EP, Mirakhur RK. The levering laryngoscope. *Anaesthesia*. 1993;48:516–9.
11. Laurent SC, de Melo AE, Alexander-Williams JM. The use of the McCoy laryngoscope in patients with simulated cervical spine injuries. *Anaesthesia*. 1996;51:74–5.
12. Carley S, Butler J. Use of the McCoy laryngoscope in patients with suspected cervical spine fracture. *J Accid Emerg Med*. 2000;17:364–5.
13. Stroumpoulis K, Pagoulatou A, Violari M, et al. Videolaryngoscopy in the management of the difficult airway: a comparison with the Macintosh blade. *Eur J Anaesthesiol*. 2009;26:218–22.
14. Asai T. Videolaryngoscopes—do they truly have roles in difficult airways? *Anesthesiology*. 2012;116:515–7.
15. Cavus E, Kieckhaefer J, Doerges V, Moeller T, Thee C, Wagner K. The C-MAC videolaryngoscope: first experiences with a new device for videolaryngoscopy-guided intubation. *Anesth Analg*. 2010;110:473–7.
16. Byhahn C, Iber T, Zacharowski K, et al. Tracheal intubation using the mobile C-MAC video laryngoscope for patients with a simulated difficult airway. *Minerva Anesthesiol*. 2010;76:577–83.
17. Missaghi SM, Krasser K, Zadrobilek E. The D-BLADE: a significantly modified blade for the Storz C-MAC Videolaryngoscopy System. *Int J Airway Manage*. 2010–2011;6.
18. Smith CE, Pinchak AB, Sidhu TS, Radesic BP, Pinchak AC, Hagen JF. Evaluation of tracheal intubation difficulty in patients with cervical spine immobilization: fiberoptic (WuScope) versus conventional laryngoscopy. *Anesthesiology*. 1999;91:1253–9.
19. Heath KJ. The effect of laryngoscopy of different cervical spine immobilization techniques. *Anaesthesia*. 1994;49:843–5.
20. Nolan JP, Wilson ME. Orotracheal intubation in patients with potential cervical spine injuries: an indication for the gum elastic bougie. *Anaesthesia*. 1993;48:630–3.
21. Hastings RH, Kelley SD. Neurologic deterioration associated with airway management in a cervical spine-injured patient. *Anesthesiology*. 1993;78:580–3.
22. Fitzgerald RD, Krafft P, Skrbensky G, et al. Excursions of the cervical spine during tracheal intubation: blind oral intubation compared with direct laryngoscopy. *Anaesthesia*. 1994;49:111–5.
23. McCoy EP, Mirakhur RK, Rafferty C, et al. A comparison of the forces exerted during laryngoscopy. The Macintosh versus the McCoy blade. *Anaesthesia*. 1996;51:912–5.
24. Jungbauer A, Schumann M, Brunkhorst V, Borgers A, Groeben H. Expected difficult tracheal intubation: a prospective comparison of direct laryngoscopy and video laryngoscopy in 200 patients. *Br J Anaesth*. 2009;102:546–50.
25. McElwain J, Malik MA, Harte BH, Flynn NM, Laffey JG. Comparison of the C-MAC videolaryngoscope with the Macintosh, Glidescope, and Airtraq laryngoscopes in easy and difficult laryngoscopy scenarios in manikins. *Anaesthesia*. 2010;65:483–9.
26. Aziz MF, Dillman D, Fu R, Brambrink A. Comparative effectiveness of the C-MAC video laryngoscope versus direct laryngoscopy in the setting of the predicted difficult airway. *Anesthesiology*. 2012;116:629–36.
27. Cavus E, Neumann T, Doerges V, et al. First clinical evaluation of the C-MAC D-blade videolaryngoscope during routine and difficult intubation. *Anesth Analg*. 2011;11:482–5.
28. Teoh WH, Saxena S, Shah MK, Sia AT. Comparison of three videolaryngoscopes: Pentax Airway Scope, C-MAC, Glidescope vs the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation. *Anaesthesia*. 2010;65:1126–32.
29. Healy DW, Picton P, Morris M, Turner C. Comparison of the glidescope, CMAC, storz DCI with the Macintosh laryngoscope during simulated difficult laryngoscopy: a manikin study. *BMC Anesthesiol*. 2012;12:11.